

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 대표이사 귀중

귀사에서 의뢰하신 『2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)』을 성실히 수행하고 청도IC1교(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2 0 1 5 년 1 2 월
주 식 회 사 아 워 브 레 인
서울시 강남구 대치3동 966-5
대 표 이 사 김 정 호 (인)

청도IC1교(대구) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정 상 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	3,300	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 송읍리 (부산기점 64.3k)	시설물 규모	L=100m, B=15.745m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	▪ 없음				
진단 주요결과	▪ 거더 외부 경미한 도장손상 발생 ▪ 하부구조 폭 0.1mm 균열 및 망상균열 발생 ▪ 신축이음 이물질 퇴적 및 후타재 이격 발생 ▪ 교면포장 라벨링, 포트홀 및 균열 국부 발생 ▪ 배수관 지지대 탈락 ▪ 방호벽 균열부 백태 국부 발생				
주요 보수·보강	▪ 교면포장 아스콘 패칭 보수, 거더 내·외부 도장보수 ▪ 배수시설 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성태균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인승철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

청도IC1교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 청도IC1교(대구)은 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨 ▪ 상태평가 결과 “B(0.155)”로 평가됨 ▪ 안전성평가 결과, 최소 안전율은 1.0 이상으로 "A"로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중을 상회함 ▪ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 1등교로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	a	- 양호	- 지속관찰
	강박스 거더	b	- 도장손상	- 도장보수
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 지속관찰
하부구조	교대	b	- 균열(0.2mm이하)	- 지속관찰
	교각	b	- 균열(0.2mm이하) - 망상균열	- 지속관찰 - 지속관찰
교량받침		a	- 양호	- 지속관찰
기타부재	신축이음장치	b	- 이물질 퇴적 - 후타재 이격	- 청소 - 실란트 마감
	교면포장	b	- 라벨링 - 포트홀 - 균열	- 지속관찰 - 팻칭보수 - 실링보수
	배수시설	a	- 배수관 지지대 탈락	- 재설치
	난간 및 연석 (방호벽)	b	- 백태	- 지속관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.227로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 2.448로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 3.628로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.6~28.7	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	28.6~28.9	
	하부구조	반발경도	25.0~27.0	
		초음파	25.8~29.0	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	100.0~153.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	46.0~55.0	
	하부구조	배근간격	112.0~302.0	
		피복두께	96.0~108.0	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		43.5~46.0	탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부구조		92.0~96.0	
염화물함유량 시험(kg/m³)	상부구조		0.014~0.019	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.011~0.030	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		I등급 : 12개소	전개소에서 균열,기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부 결함이 없는 I등급(합격)으로 조사됨

청도IC1교(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도IC1교(대구)		시설물번호		BR2006-0000975	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 32	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 송읍리					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		대구부산 고속도로 (부산기점 64.3k)	
제원	연장	L = 100.0m(2@50.0m)					
	폭	B = 15.745m(2차로)					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : II형			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		Rail Joint(A1, A2)	
교차시설물		리도 201호선, 청도IC 횡단		통과높이		5.48m	
설 계 사		신성ENG, 서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1)					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 유무 : 유					

청도IC1교(부산) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정 상 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	중 별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	3,300	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 송읍리 (부산기점 64.3k)	시설물 규모	L=100m, B=12.145m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	▪ 없음				
진단 주요결과	▪ 거더 외부 경미한 도장손상 발생 ▪ 하부구조 폭 0.3mm미만의 균열 및 망상균열, 체수 발생 ▪ 무수축물탈 균열, A1, Sh1 온도상승에 따른 신장시 여유량 0.5mm 부족 ▪ 신축이음 본체 부식, 이물질 퇴적, 후타재 균열 및 이격 발생 ▪ 교면포장 라벨링, 패임 국부 발생 ▪ 방호벽 폭 0.3mm미만 균열, 전반적 균열부 백태				
주요 보수·보강	▪ 교면포장 아스콘 팻칭, 거더 내·외부 도장보수 ▪ 교량받침 가동여유량 및 이동량 확인				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성 태 균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인 승 철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

청도IC1교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 청도IC1교(부산)은 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨 ▪ 상태평가 결과 “B(0.154)”로 평가됨 ▪ 안전성평가 결과, 최소 안전율은 1.0 이상으로 "A"로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중을 상회함 ▪ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 1등교로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	a	- 양호	- 지속관찰
	강박스 거더	b	- 도장손상	- 도장보수
	가로보 및 세로보	a	- 양호	- 지속관찰
하부구조	교대	a	- 체수	- 지속관찰
	교각	b	- 균열(폭 0.3mm미만) - 망상균열	- 지속관찰 - 지속관찰
교량받침		b	- 무수축물탈 균열	- 지속관찰
기타부재	신축이음장치	c	- 본체 부식 - 이물질 퇴적 - 후타재 균열 - 후타재 이격	- 지속관찰 - 청소 - 지속관찰 - 실란트 마감
	교면포장	b	- 라벨링 - 패임	- 지속관찰 - 팻칭보수
	배수시설	a	- 양호	- 지속관찰
	난간 및 연석 (방호벽)	b	- 균열(폭 0.3mm미만) - 백태	- 지속관찰 - 지속관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.280으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법	최소 안전율 2.060으로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 2.972로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

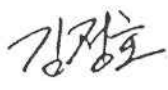
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.4~27.5	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	29.6~29.7	
	하부구조	반발경도	24.5~26.9	
		초음파	25.1~26.5	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	101.1~155.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	47.9~57.3	
	하부구조	배근간격	107.5~298.8	
		피복두께	90.3~108.6	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		45.0~46.5	탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부구조		87.0~92.5	
염화물함유량 시험(kg/m³)	상부구조		0.011~0.037	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.014~0.041	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		I등급 : 8개소	전개소에서 균열,기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 I등급(합격)으로 조사됨

청도IC1교(부산) 현황표

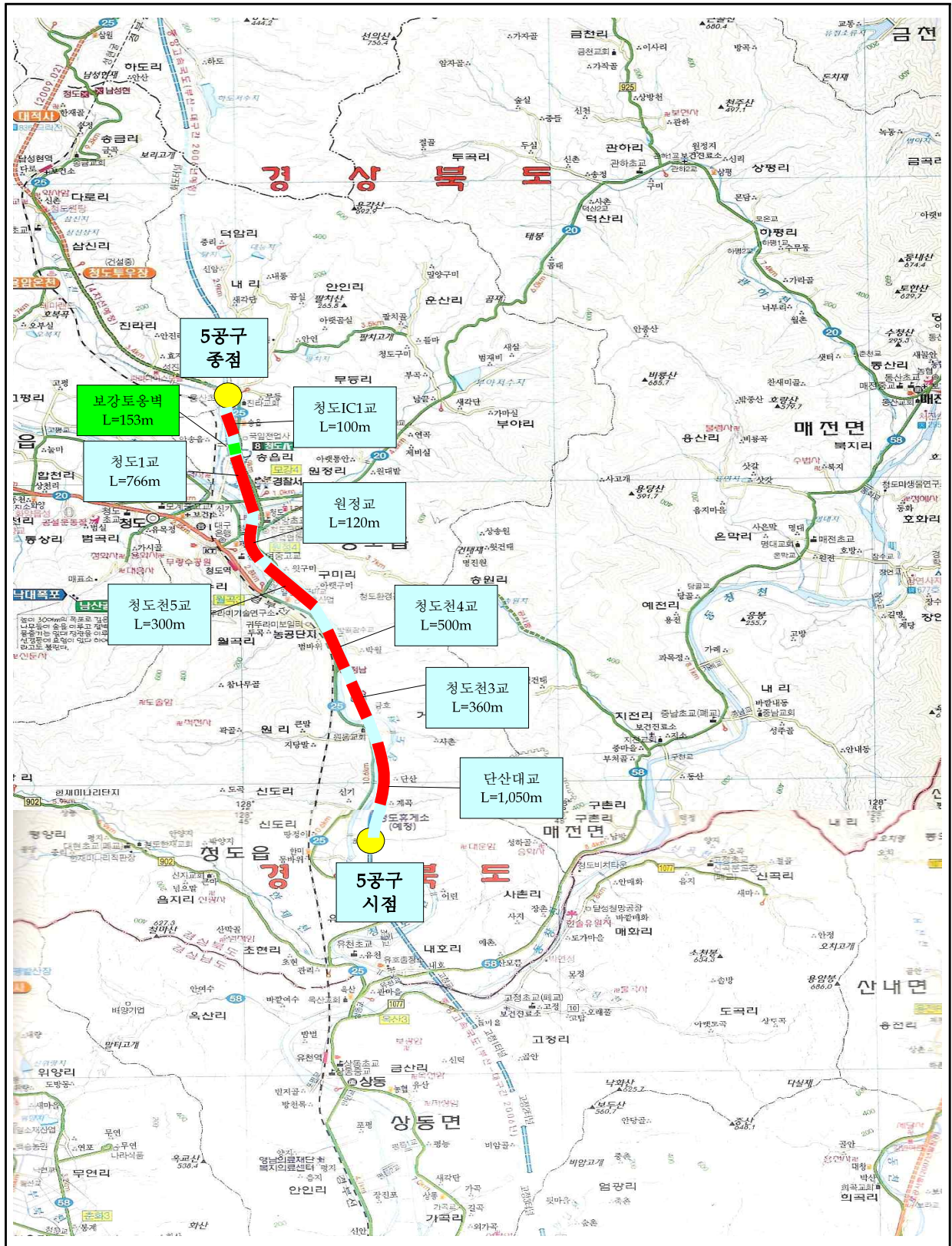
작성일 : 2015년 12월 31일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도IC1교(부산)		시설물번호		BR2006-0000975	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 32	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 송읍리					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		대구부산 고속도로 (부산기점 64.3k)	
제원	연장	L = 100.0m(2@50.0m)					
	폭	B = 12.145m(2차로)					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		Rail Joint(A1, A2)	
교차시설물		리도 201호선, 청도IC 횡단		통과높이		5.48m	
설 계 사		신성ENG, 서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1)					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 유무 : 유					

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
책임기술자	(주)아워브레인	이 사	성 태 균	8월05일~12월31일 (149일)	
분야별 책임기술자	"	부 장	인 승 철	8월05일~12월31일 (149일)	
참여기술자	"	이 사	김 정 호	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	부 장	서 영 노	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	곽 민 수	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	정 지 운	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	유 정 완	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	대 리	황 상 윤	8월05일~12월31일 (149일)	

시설물 위치도



시설물의 전경사진(1)



상부전경



측면전경

시설물의 전경사진(2)

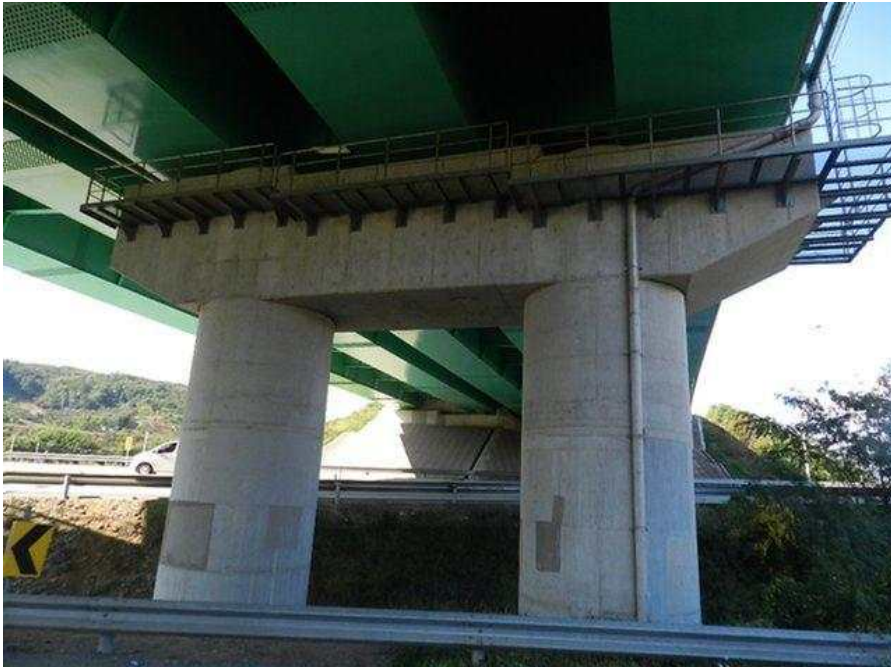


바닥판하면 및 강박스 외부전경



강박스내부 전경

시설물의 전경사진(3)

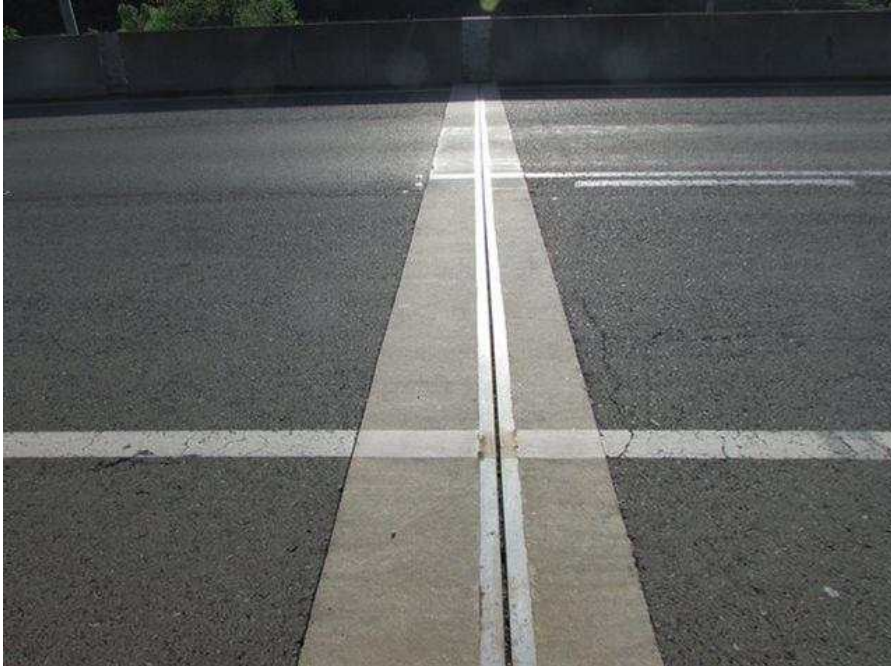


교각 전경(P1)

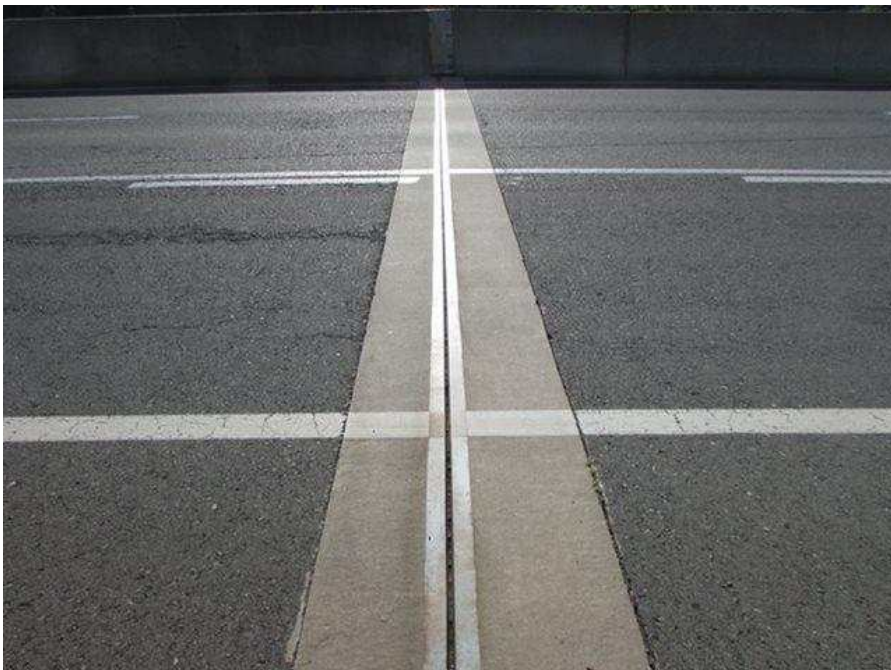


교대 전경(A1)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A1)



신축이음장치 전경(A2)

시설물의 전경사진(5)



방호벽 전경



방음벽 전경

시설물의 전경사진(6)



교 명 판



설 명 판

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 “시특법”이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강 방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난 예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

가. 정밀안전진단

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가 및 안전등급 지정
- 6) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성
- 8) 신축이음장치 및 슈 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출
- 9) 교량 및 터널 하자보고서 작성
- 10) 선택과업 : 대상시설 별첨(구조해석 등)

나. 과업기간

2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31

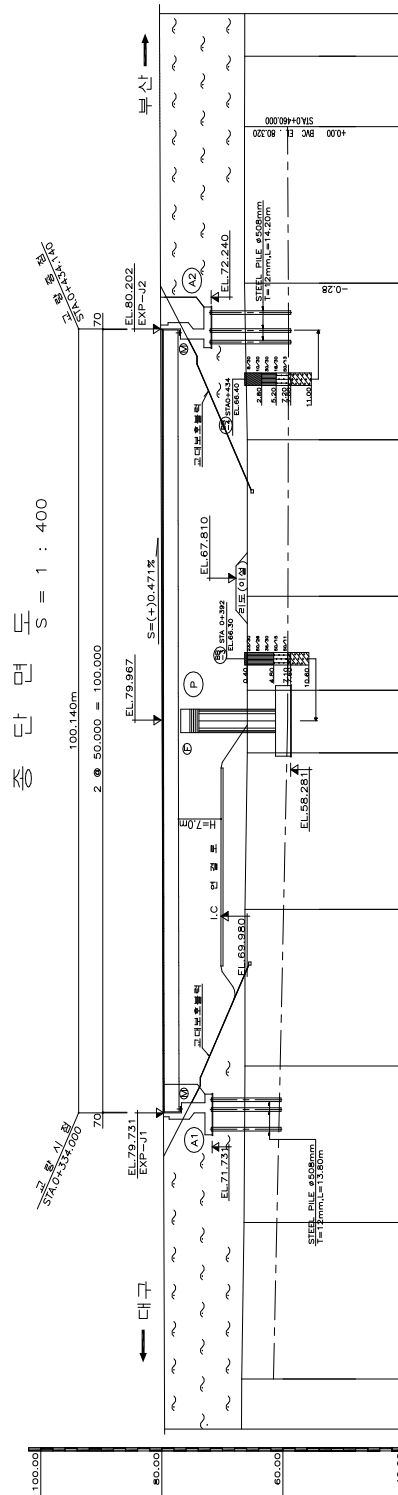
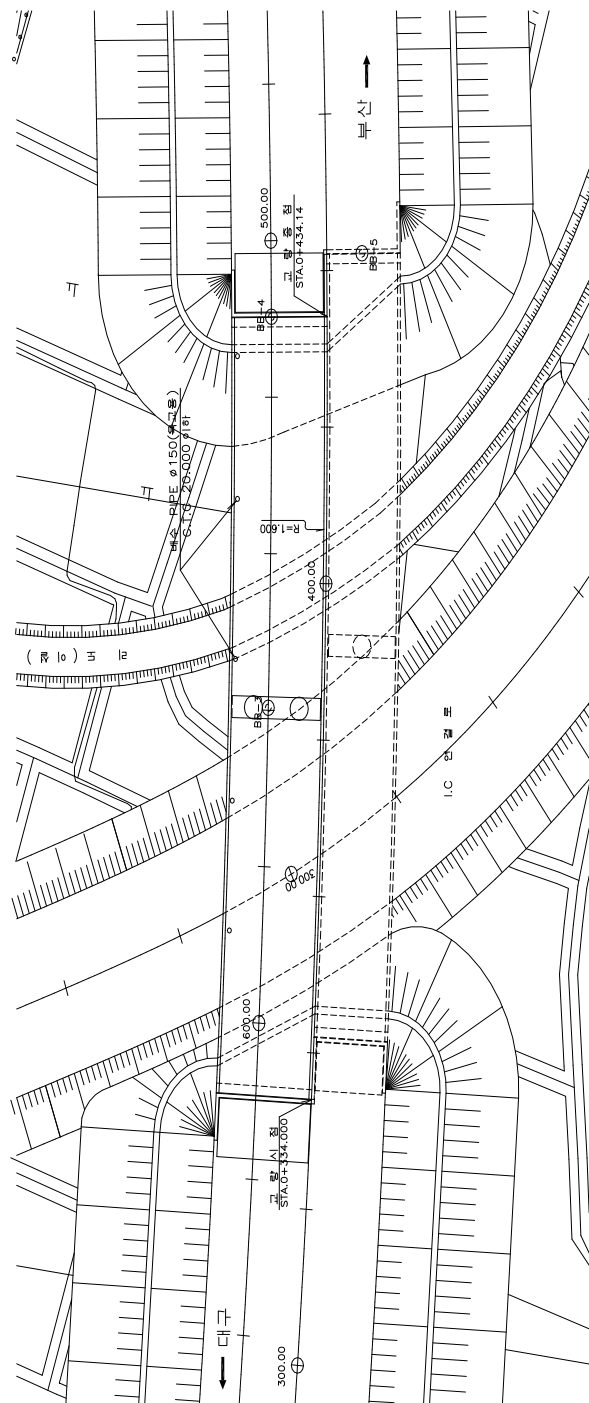
1.3 시설물의 개요

가. 대구방향

1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도IC1교(대구)		시설물번호		BR2006-0000975	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 32	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 송읍리					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		대구부산 고속도로 (부산기점 64.3k)	
제원	연장	L = 100.0m(2@50.0m)					
	폭	B = 15.745m(2차로)					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : II형			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		Rail Joint(A1, A2)	
교차시설물		리도 201호선, 청도IC 횡단		통과높이		5.48m	
설 계 사		신성ENG, 서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1)					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 유무 : 유					

2) 시설물의 주요도면



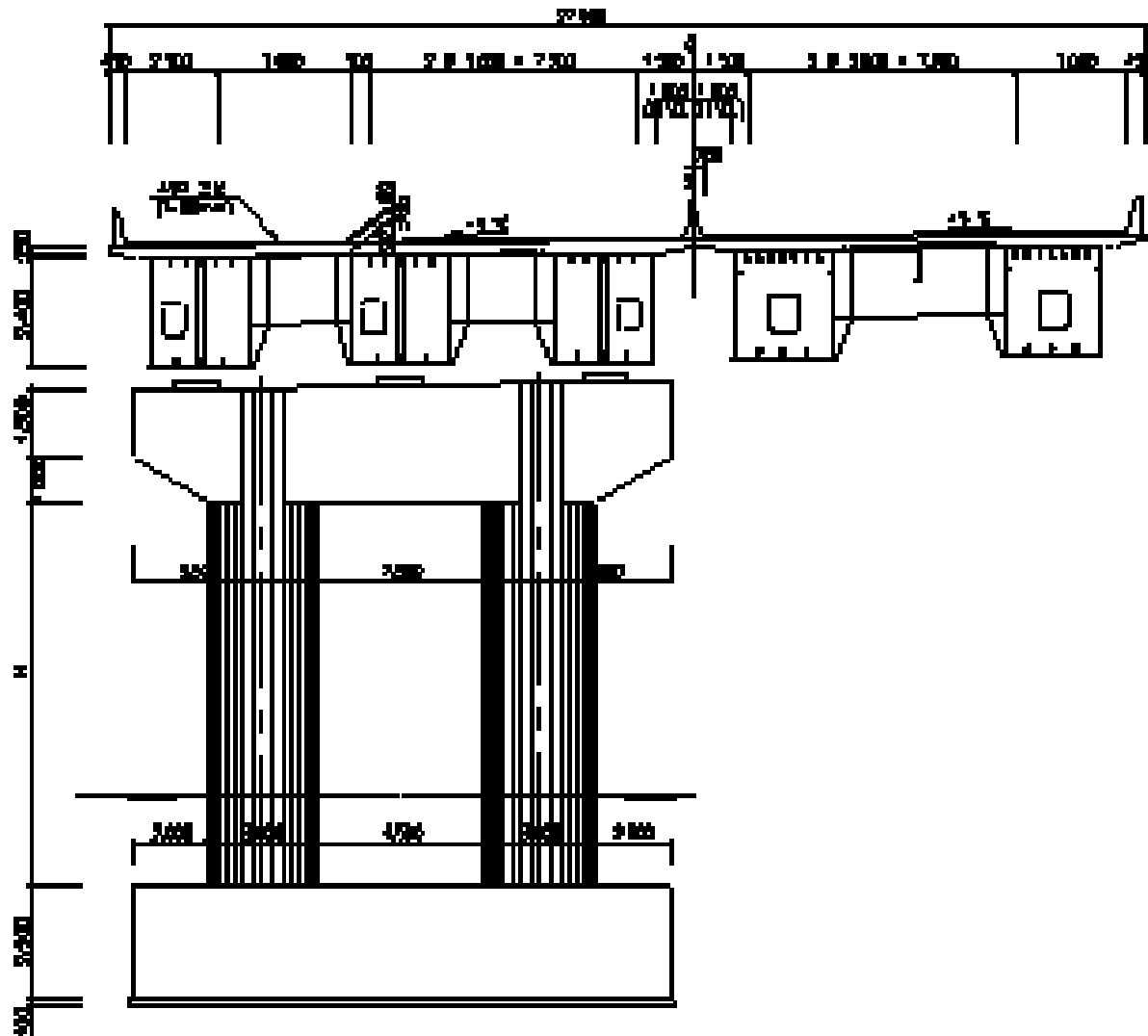
	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	400.00	420.00	440.00	460.00	478.00
0	79.57	79.66	79.76	79.85	79.95	80.04	80.13	80.23	80.32	80.42
1	68.81	66.42	66.27	66.27	65.88	65.88	65.88	66.35	66.34	66.31
2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	*18.00
3	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	400.00	420.00	440.00	460.00	478.00

S = 30.4715°
L = 460.00m

<교량의 종 · 평면도>

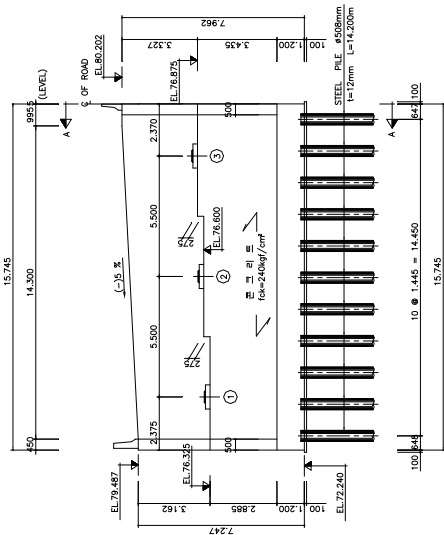
횡 단 면 도

5 = 1 : 100

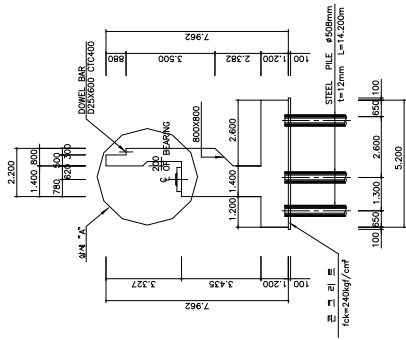


<횡단면도>

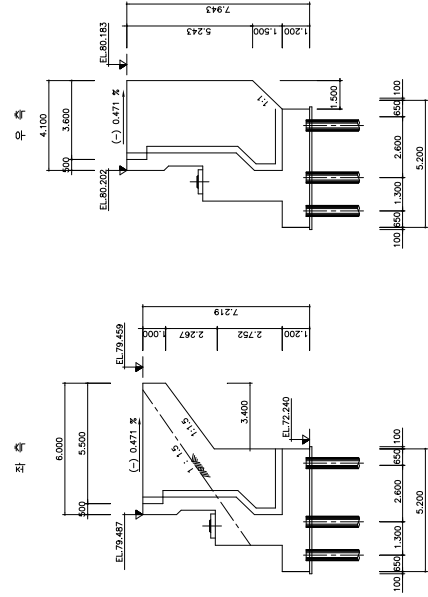
정면도 S = 1:100



단면 A - A S = 1:100

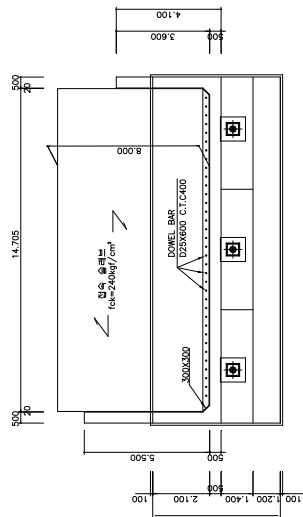


남개벽 S = 1:100

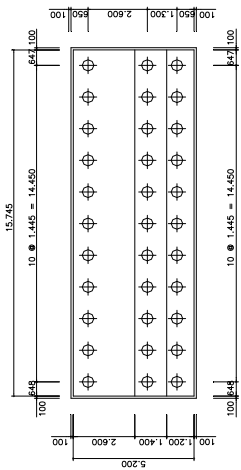


<교대 일반도>

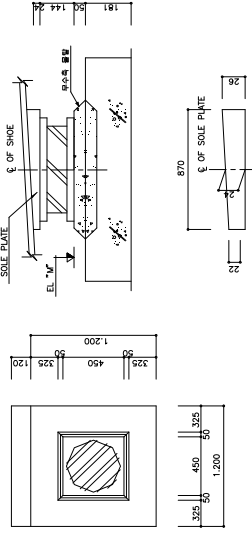
평면도 S = 1:100



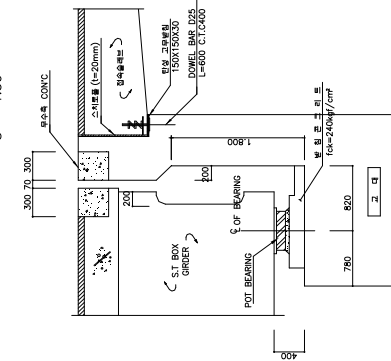
파일배치도 S = 1:100



교량 밑면 상세도 S = 1:20



상세 A' S = 1:30

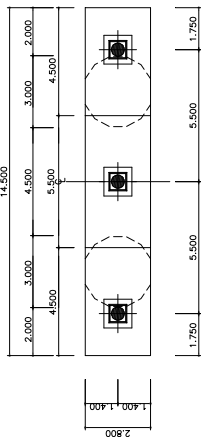


마수측 물탑 상면고

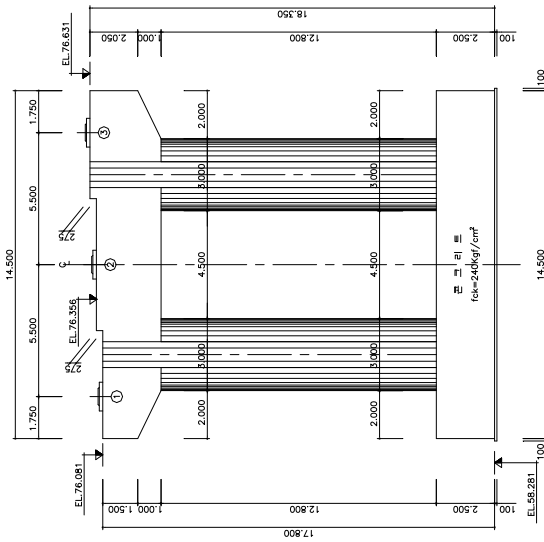
구분	①	②	③
물탑상	(250530)	(250530)	(250530)
EL'W	76.566	76.831	77.106

• 방파제 상면고 (수중상)
 $S = 20 + 0.5 \times 50.0$
 $L = S + 0.37/2$
 $L = 450 + 0.37/2 = 450.19 \approx 450mm$ 이함

우면 평면도 S = 1:100

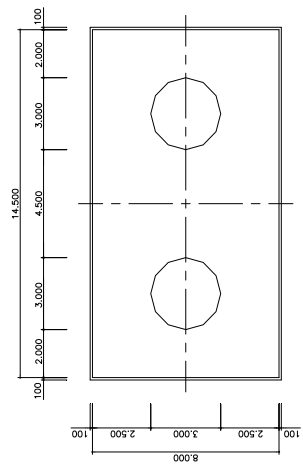


중면 평면도 S = 1:100

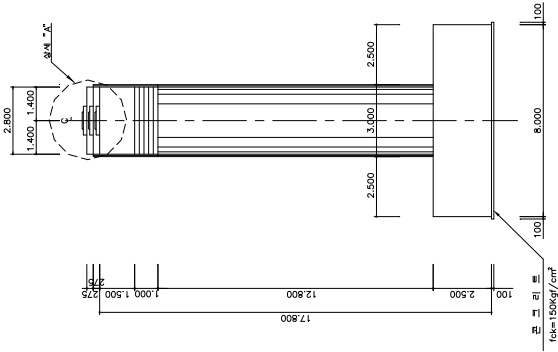


<교각 일반도>

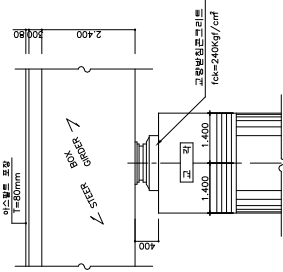
기초 평면도 S = 1:100



좌면 평면도 S = 1:100

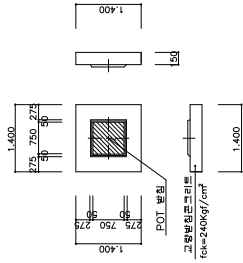
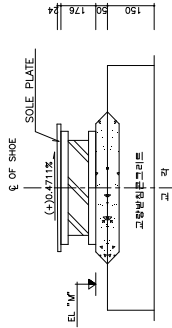


상세 "A"



• 편단거리 산출근거 (수출상)
 $S = 2 \times 50.0$
 $L = 450 + 750/2 = 825\text{mm}$ 이상 확보

교각 받침 상세도 S = 1:20



무수축 물상단고

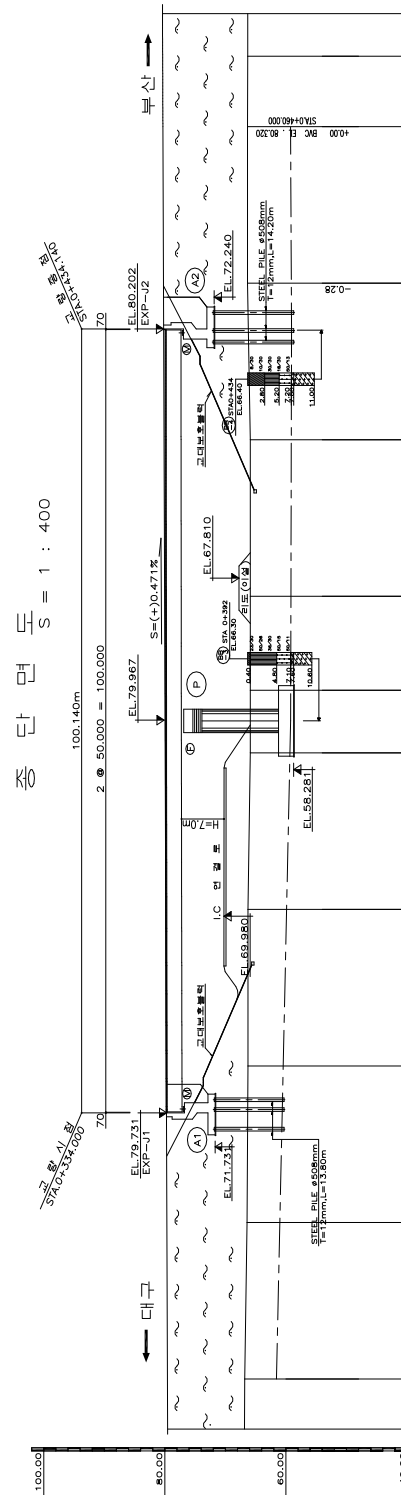
구분	① 교량단면 (76.282)	② 교량단면 (76.357)	③ 교량단면 (76.632)
EL. M	76.282	76.357	76.632

나. 부산방향

1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		청도IC1교(부산)		시설물번호		BR2006-0000975	
준공년월		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 32	
시설물위치		경상북도 청도군 청도읍 송읍리					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		대구부산 고속도로 (부산기점 64.3k)	
제원	연장	L = 100.0m(2@50.0m)					
	폭	B = 12.145m(2차로)					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관파일기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	직접기초	
교량받침		Pot Bearing		신축이음		Rail Joint(A1, A2)	
교차시설물		리도 201호선, 청도IC 횡단		통과높이		5.48m	
설 계 사		신성ENG, 서영기술단		시 공 사		현대산업개발(주)	
내진설계유무		유		관리주체		신대구부산고속도로(주)	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1)					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 유무 : 유					

Technical drawing of a road layout showing a straight section and a curve. The drawing includes stationing (300.00 to 500.00), curve data (R=1500, L=26.00, P.E. 150), and labels for 'L.C. 150' and 'B.L. 4'. A north arrow is present.

[illegible]

<교량의 종 · 평면도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	보수일자	보수·보강공법/내용	시공자	비고
보수	2007.11.	교대, 교각 균열보수(표면처리보수) 거더 도장보수	현대산업개발(주)	
보수	2008.03.	교대, 교각 균열보수(표면처리보수) 거더 도장보수	현대산업개발(주)	
보수	2010.05.	거더 도장보수 환풍망 볼트탈락 정비	현대미포	
보수	2010.06.	신축이음장치 후타재 균열보수(표면처리보수) 교량받침 균열보수(표면처리보수)	유니슨	
보수	2011.03.	교대, 교각 균열 및 백태보수(표면처리보수) 교량받침 파손(단면보수) 차수판 볼트탈락 정비	삼보건설	
보수	2011.03.	거더 도장보수	현대미포	
보수	2011.07.	교량받침 균열보수(표면처리보수) 교량받침 파손(단면보수) 교량받침 부식(단면보수)	유니슨	
보수	2012.04.	교대, 교각, 슬래브, 방호벽 균열 및 백태보수 (표면처리보수)	삼보건설	
보수	2013.06.	교대, 교각, 슬래브 균열 및 백태보수(표면처리보수)	삼보건설	
보수	2014.09.	교대, 교각, 슬래브 균열 및 백태보수(표면처리보수)	현대산업개발(주)	

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 대구~부산간 고속도로 민간투자사업(제 5공구) - 설계서 - 내역서 - 수량산출서, 단가산출서 - 구조물도 - 실시설계보고서 - 토질조사보고서 - 품질시험총괄표 - 시공기록보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반 보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨.	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조 계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀점검 보고서(2007.10) ◇ 정밀점검 보고서(2009.12) ◇ 정밀점검 보고서(2011.12) ◇ 정밀점검 보고서(2013.12) ◇ 보수·보강 이력 ⇒ FMS 전산관리	◇ 교량받침 온도 상승시 여유량 부족 ◇ 신축이음장치 주변 교면포장 손상 발생 ◇ 콘크리트 부재에서 비구조적인 균열 및 손상 발생 ◇ 내구성 조사결과, 제기준을 만족하고 있는 상태로 확인됨 ◇ 교대, 교각, 바닥판, 방호벽, 교량받침, 후타재 균열보수 ◇ 거더 도장보수 ◇ 교량받침 도장보수 ◇ 차수판, 환풍망 정비 ◇ 교량받침 단면보수	◇ 가동불량에 의한 2차손상 발생 유무 확인 ◇ 교면포장의 기능성 및 사용성 확인 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 재원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세구조 해석을 실시하여 안정성확보 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 대구방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 양호	-
거더	내부	• 양호	-
	외부	• 경미한 도장손상 발생	• 시공당시 전처리 미흡 등에 의해 발생되었으며, 도장보수가 요구됨
가로보 및 세로보		• 양호	-
교대		• 일부 균열보수 실시 • 폭 0.1mm 균열 발생	• 보수부 상태양호 • 균열의 진행성은 수렴된 상태로 사료되므로 표면처리보수 실시
교각		• 일부 균열보수 실시 • 코핑부에서는 폭 0.1mm 균열이 코핑 상단의 변단면 또는 교량받침 하단에서 수직 방향으로 발생 • 기둥부 망상균열 발생	• 보수부 상태양호 • 균열의 규모, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축 및 콘크리트 양생시 수화열, 교량받침의 지압 등이 복합적으로 작용하여 발생되었으며, 균열의 진행성은 수렴된 상태로 사료되므로 표면처리보수가 요구됨 • 시공초기 건조수축 및 콘크리트 양생시 수화열에 의해 발생
교량받침		• 양호	-
신축이음		• 이물질 퇴적 및 후타재 이격 발생	• 이물질 제거 및 실란트 마감 실시
교면포장		• 라벨링, 포트홀, 균열이 국부적으로 발생	• 라벨링은 세립골재만 탈리되어 보수조치는 필요하지 않으나, 포트홀 및 균열은 제설제 및 우수유입 등에 의해 손상규모가 확대될 수 있으므로 보수가 요구됨

1) 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
배수시설	배수관 지지대 탈락이 1개소 조사됨	배수시설의 기능상태는 양호하나 예방적 유지관리 차원에서 배수관 지지대 재설치 필요
난간 (방호벽)	- 방호벽 높이 기준치 미달 - 경미한 균열부위에 백태가 동반되어 국부적으로 발생됨	- 미달되는 높이는 2~3cm에 불과하므로 방호벽 높이를 증설하기 보다는 현 상태 유지 - 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나, 미관성 제고 차원에서 보수 실시

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	양호	양호	
거더 가로보 및 세로보	양호	거더 외부에서 도장손상 발생	
하부구조	- 교대는 폭 0.1mm의 균열 일부 발생 - 교각은 폭 0.1mm의 균열, 망상균열이 일부 발생	- 대부분 기조사된 손상이며, 경미한 미세 균열이 추가적으로 조사됨 - 전차 점검과 동일	
교량받침	양호	양호	
신축이음	본체 유간 이물질 퇴적 및 후타재와 접촉도로 이격 발생	전차 점검과 동일	
교면포장	라벨링, 균열이 국부적으로 발생	지속적으로 부분 재포장 및 국부보수 등 유지보수를 실시하고 있으며, 일부 포트홀 및 균열이 추가적으로 조사됨	
기타부재	- 배수시설 : 배수관 지지대 탈락 발생 - 방호벽 : 미세한 균열에 백태를 동반하여 발생	- 배수시설 : 전차 점검과 동일 - 방호벽 : 전차 점검과 동일	
검토의견	기 점검(2013년)결과 발생한 손상중 교면포장은 일부 재포장을 실시한 상태로 확인되었으나, 대부분의 손상은 미보수된 상태였으며, 금회 상세조사를 통한 추가적인 손상이 조사됨		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.6~28.7	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	28.6~28.9	
	하부구조	반발경도	25.0~27.0	
		초음파	25.8~29.0	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	100.0~153.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	46.0~55.0	
	하부구조	배근간격	112.0~302.0	
		피복두께	96.0~108.0	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		43.5~46.0	탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부구조		92.0~96.0	
염화물함유량 시험(kg/m³)	상부구조		0.014~0.019	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.011~0.030	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		I등급 : 12개소	전개소에서 균열,기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가“a”로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 염화물함유량 시험결과, 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인되어 염화물에 의한 철근부식 영향은 없을 것으로 판단됨 - 초음파탐상 시험결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 평가됨			

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.9~29.7	27.6~28.7	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	-	28.6~28.9	
	하부구조	반발경도	24.6~25.9	25.0~27.0	
		초음파	-	25.8~29.0	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	-	100.0~153.0	-
		피복두께	-	46.0~55.0	
	하부구조	배근간격	-	112.0~302.0	
		피복두께	-	96.0~108.0	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부 구조		37.0	43.5~46.0	▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		95.0~100.0	92.0~96.0	
염화물함유량 시험(kg/m³)	상부 구조		-	0.014~0.019	-
	하부 구조		-	0.011~0.030	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		-	I등급 : 12개소	-
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가“a”로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 기 진단 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 없는 상태이며, 전반적으로 양호한 상태로 평가됨				

3.2 부산방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 양호	-
거더	내부	• 양호	-
	외부	• 경미한 도장손상 발생	• 시공당시 전처리 미흡 등에 의해 발생되었으며, 도장보수가 요구됨
가로보 및 세로보		• 양호	-
교대		• 일부 균열보수 실시 • 교대 상부 체수 발생	• 보수부 상태양호 • 중분대 접합부 사이로 우수가 유입되나 체수로 인한 2차손상은 없으므로 지속적인 주의관찰이 바람직함
교각		• 일부 균열보수 실시 • 코핑부에서는 폭 0.1mm 균열이 코핑 상단의 변단면 또는 교량받침 하단에서 수직방향으로 발생 • 기동부 망상균열 발생	• 보수부 상태양호 • 균열의 규모, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축 및 콘크리트 양생시 수화열, 교량받침의 지압 등이 복합적으로 작용하여 발생되었으며, 균열의 진행성은 수렴된 상태로 사료되므로 표면처리보수가 요구됨 • 시공초기 건조수축 및 콘크리트 양생시 수화열에 의해 발생
교량받침		• 경미한 무수축물탈 균열 발생 • A1 Sh1 온도상승에 따른 신장시 여유량이 0.5mm 부족	• 주의관찰 실시 • 포트받침은 받침 여유량 이외에 추가적으로 20~30mm의 여유량을 두고 설치를 하며, 여유량 부족에 의한 2차손상은 없으므로 주의관찰이 바람직함
신축이음		• 갯길측 본체 부식, 이물질 퇴적, 후타재 균열 및 이격 발생	• 접속부 이격은 노면수 유입 방지 차원에서 실란트 마감을 실시하고, 정기적으로 청소를 실시하여 체수 및 본체 부식을 미연에 방지
교면포장		• 라벨링, 패임이 국부적으로 발생	• 라벨링은 세립골재만 탈리되어 보수조치는 필요하지 않으나, 신축이음장치 주변에 발생한 패임은 제설제 및 우수유입, 중차량 통행 등에 의해 손상규모가 확대될 수 있으므로 보수가 요구됨

1) 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
배수시설	• 양호	-
난간 (방호벽)	• 폭 0.3mm미만의 균열(전반적 백태 동반)이 다 수 발생됨	• 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나, 미 관성 제고 차원에서 보수 실시

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분	2013년 점검결과	금회 진단결과	비 고
바닥판	• 양호	• 양호	
거더 가로보 및 세로보	• 양호	• 거더 외부에서 도장손상 발생	
하부구조	• 교대 상부에서 체수 발생 • 교각은 폭 0.3mm미만의 균열, 망상균열이 일부 발생	• 전차 점검과 동일 • 전차 점검과 동일	
교량받침	• 무수축물탈 균열 발생 • 교량받침 이동량 양호	• 전차 점검과 동일 • A1 Sh1 온도상승에 따른 신장여유량 0.5mm 부족	
신축이음	• 갯길측 본체 부식, 이물질 퇴적, 후타재 이격 발생	• 대부분 기조사된 손상이며, 중차량 통행 및 장기공용에 의한 후타재 균열이 추가 적으로 조사됨	
교면포장	• 양호	• 라벨링 및 신축이음장치 주변 패임이 추가적으로 조사됨	
기타부재	• 배수시설 : 양호 • 방호벽 : 미세한 균열에 백태를 동반하여 발생	• 배수시설 : 양호 • 방호벽 : 전차 점검과 동일	
검토의견	• 기 점검(2013년)결과 대부분의 손상은 미보수된 상태였으며, 금회 상세조사를 통한 추가적인 손상이 조사됨		

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.4~27.5	설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	29.6~29.7	
	하부구조	반발경도	24.5~26.9	
		초음파	25.1~26.5	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	101.1~155.0	전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	47.9~57.3	
	하부구조	배근간격	107.5~298.8	
		피복두께	90.3~108.6	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부구조		45.0~46.5	탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부구조		87.0~92.5	
염화물함유량 시험(kg/m ³)	상부구조		0.011~0.037	염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이하로 확인되어 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인됨
	하부구조		0.014~0.041	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		I등급 : 8개소	전개소에서 균열,기공, 슬래그, 용입부족 등의 내부결함이 없는 1등급(합격)으로 조사됨
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가“a”로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 염화물함유량 시험결과, 철근의 부식환경은 없는 상태로 확인되어 염화물에 의한 철근부식 영향은 없을 것으로 판단됨 - 초음파탐상 시험결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 평가됨			

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			13년 정밀점검	금회 정밀안전진단	
비파괴 강도(MPa)	상부구조	반발경도	27.6~28.4	27.4~27.5	▪ 설계기준강도 대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨
		초음파	-	29.6~29.7	
	하부구조	반발경도	25.3~25.5	24.5~26.9	
		초음파	-	25.1~26.5	
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	-	101.1~155.0	-
		피복두께	-	47.9~57.3	
	하부구조	배근간격	-	107.5~298.8	
		피복두께	-	90.3~108.6	
탄산화 잔여깊이(mm)	상부 구조		38.0	45.0~46.5	▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화로 인한 철근의 부식발생 우려는 없는 것으로 검토됨
	하부 구조		97.0	87.0~92.5	
염화물함유량 시험(kg/m ³)	상부 구조		-	0.011~0.037	-
	하부 구조		-	0.014~0.041	
초음파탐상 시험(개소)	거더 내부		-	I등급 : 8개소	-
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨 - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가“a”로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨 - 기 진단 결과와 비교할 때 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 콘크리트 내구성저하는 없는 상태이며, 전반적으로 양호한 상태로 평가됨				

4. 시설물의 상태평가

4.1 대구방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	a	b	a	b	a	b	b	a	b	Q	a	a	a	a
2	STB	a	a	a	c	a	b	-	a	b	Q	a	a	-	a
								b	a	b	Q	-	a	-	-
평균		0.100	0.150	0.100	0.300	0.100	0.200	0.200	0.100	0.200	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.029	0.020	0.007	0.015	0.003	0.005	0.025	0.014	0.038	-	0.004	0.003	0.004	0.003
														0.155	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.155) < 0.260$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 국부적으로 보수를 실시하였으며, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 것으로 조사되었다.
- 공용기간 경과에 따른 신규 손상의 발생(거더, 포장, 교각)으로 인하여 환산결함도 점수가 0.142 ⇨ 0.155로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13년 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	a	0.100	a	0.100	· 변화없음
	거더	a	0.100	b	0.150	· 도장손상 신규 발생
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화없음
기타부재	포장	b	0.200	c	0.300	· 포장손상 증가
	배수	b	0.150	a	0.100	· 배수구 청소
	난간, 연석	b	0.200	b	0.200	· 변화없음
	신축이음	c	0.300	b	0.200	· 후타재 파손 보수완료
받침	교량받침	a	0.100	a	0.100	· 변화없음
하부구조	하부	b	0.167	b	0.200	· 균열 신규 발생
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	a	0.100	-
	염화물(하부)			a	0.100	
합 계		B	0.142	B	0.155	

4.2 부산방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
1	STB	a	a	a	c	a	b	b	a	a	Q	a	a	a	a
2	STB	a	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	a
								c	a	a	Q	-	a	-	-
평균		0.100	0.150	0.100	0.300	0.100	0.200	0.300	0.133	0.133	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.018	0.030	0.005	0.021	0.003	0.004	0.027	0.012	0.027	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.154	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.154) < 0.260$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2013년 정밀점검 이후 보수는 실시하지 않았으며, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 것으로 조사되었다.
- 공용기간 경과에 따른 신규 손상의 발생(거더, 포장, 교량받침)으로 인하여 환산결함도 점수가 0.127 ⇨ 0.154로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘13년 점검		금회 진단		가중치 변화요인
		결과	평균	결과	평균	
상부구조	바닥판	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	거더	a	0.100	b	0.150	· 도장손상 신규발생
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	c	0.300	· 포장손상 증가
	배수	b	0.150	a	0.100	· 배수구막힘 청소
	난간, 연석	b	0.200	b	0.200	· 변화 없음
	신축이음	c	0.300	c	0.300	· 후타재 파손 일부보수
받침	교량받침	a	0.100	b	0.133	· 몰탈균열 신규발생
하부구조	하부	b	0.167	b	0.133	· 균열 보수실시
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	· 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	-	-	a	0.100	-
	염화물(하부)			a	0.100	
합 계		B	0.127	B	0.154	

5. 안전성평가

5.1 대구방향(2@50.0, S1~S2)

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	3L/8	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{247.000}{90.449} = 2.731$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{v_a}{v} = \frac{110.000}{18.759} = 5.864$	A	MPa
	지점부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{218.500}{145.798} = 1.499$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{v_a}{v} = \frac{110.000}{49.677} = 2.214$	A	MPa
바닥판	좌측 캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{104.004} = 1.227$	A	kN · m
	중양부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{85.544} = 1.491$	A	kN · m
	우측 캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{94.076} = 1.356$	A	kN · m

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			계산식	평가	비고
P1	교축 직각 방향	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{17487.775} = 5.254$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{7707.74}{1497.127} = 5.148$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{70799.880}{8411.792} = 8.417$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{38494.20}{4538.346} = 8.482$		kN · m
	교축 방향	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{81886.660}{17487.775} = 5.254$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{7707.74}{1497.127} = 5.148$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{62477.080}{12282.517} = 45.087$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{41855.55}{8201.148} = 5.104$		kN · m
	합성 부재력	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{17487.775} = 5.254$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{7707.74}{1497.127} = 5.148$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{53313.830}{11295.465} = 4.720$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{44564.77}{9373.122} = 4.755$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{44564.770}{12282.517} = 3.628$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{43488.62}{9373.122} = 4.640$		kN · m

5.2 부산방향(2@50.0, S1~S2)

가. 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	3L/8	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{247.000}{101.810} = 2.426$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{v_a}{v} = \frac{110.000}{13.286} = 8.279$	A	MPa
	지점부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{218.500}{172.273} = 1.268$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{v_a}{v} = \frac{110.000}{55.911} = 1.967$	A	MPa
바닥판	좌측 캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{86.629} = 1.473$	A	kN · m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{71.267} = 1.790$	A	kN · m
	우측 캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{127.569}{99.651} = 1.280$	A	kN · m

안전성평가등급	A
---------	---

나. 하부구조 안전성 평가

구 분			54780.210	평가	비고
P1	교축 직각 방향	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{21072.411} = 4.361$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{8218.21}{1884.686} = 4.361$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{55238.890}{17938.700} = 3.079$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{41855.55}{12103.689} = 3.458$		kN · m
	교축 방향	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{21072.411} = 4.361$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{8218.21}{1884.686} = 4.361$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{17938.700} = 5.122$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{2484.23}{494.988} = 5.019$		kN · m
	합성 부재력	축력최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{91886.660}{21072.411} = 4.361$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{11622.31}{2665.349} = 4.361$		kN · m
		모멘트최대	$\Phi P_n / P_u = \frac{53313.830}{17938.700} = 2.972$	O.K	kN
			$\Phi M_n / M_u = \frac{41855.55}{12113.806} = 3.455$		kN · m

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
청도IC1교(대구)	0.155	B	2.448(거더) 1.227(바닥판)	A	B
청도IC1교(부산)	0.154	B	2.060(거더) 1.280(바닥판)	A	B
종합평가	• 청도IC1교(대구)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가되었으며, 구조검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 • 청도IC1교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가되었으며, 안전성검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과, 청도IC1교는 양방향 모두 "B"로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	청도IC1교(대구)	B등급(양호)
	청도IC1교(부산)	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 대구방향

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
거더		도장손상	도장보수	0.04	0.06	m ²	4	1	3	-
하부 구조	교대	균열(폭 0.3mm미만)	지속관찰	1.1	0.41	m ²	49	21	-	표면처리보수
	교각	균열(폭 0.3mm미만)	지속관찰	5.0	1.88	m ²	49	93	-	표면처리보수
		망상균열	지속관찰	14.0	21.0	m ²	49	1029	-	표면처리보수
신축 이음		이물질 퇴적	청소	2	2	개소	10	20	3	-
		이격	실란트마감	20.0	30.0	m	15	450	3	-
교면포장		포트홀	팻칭보수	0.04	0.06	m ²	55	4	2	-
		균열	실링보수	130.0	195.0	m	18	3510	3	-
배수시설		지지대 탈락	재설치	1	1	개소	20	20	3	-
난간		백태	지속관찰	3.26	4.89	m ²	49	240	-	표면처리보수
순공사비 합계(천원)								5,388,000		
제경비(순공사비×50%)								2,694,000		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					-		
			2순위					6,000		
			3순위					6,001,500		
			지속관찰					2,074,500		
유지보수 개략공사비 총계								8,082,000		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 부산방향

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
거더		도장손상	도장보수	0.02	0.03	m²	4	1	3	
하부 구조	교각	균열(폭 0.3mm미만)	지속관찰	6.5	2.44	m²	49	120	-	표면처리보수
		망상균열	지속관찰	8.0	12.0	m²	49	588	-	표면처리보수
신축 이음		이물질 퇴적	청소	2	2	개소	10	20	3	
		이격	실란트마감	10.0	15.0	m	1.5	23	3	
교면포장		패임	팻칭보수	0.08	0.12	m²	55	7	2	
난간		균열(폭 0.3mm미만)	지속관찰	0.6	0.23	m²	49	12	-	표면처리보수
		백태	지속관찰	2.46	3.69	m²	49	181	-	표면처리보수
순공사비 합계(천원)								952,000		
제경비(순공사비×50%)								476,000		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					-		
			2순위					10,500		
			3순위					66,000		
			지속관찰					1,351,500		
유지보수 개략공사비 총계								1,428,000		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

가. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 공용기간 경과에 따른 손상 진전여부(패임, 포트홀 등)
난간	• 미관성 저하 및 손상 진전 여부
바닥판	• 백태 및 누수흔적 발생 여부
강박스거더	• 도장손상부위 녹발생 유무
교량받침	• 신규 손상의 발생 및 가동상태 이상 유무
신축이음장치	• 갯길측 부식 - 강재의 단면결손 여부 점검 • 후타재 손상 발생 여부 - 균열, 파손 발생 여부 • 누수 발생 여부
하부구조	• 미세균열의 진전여부

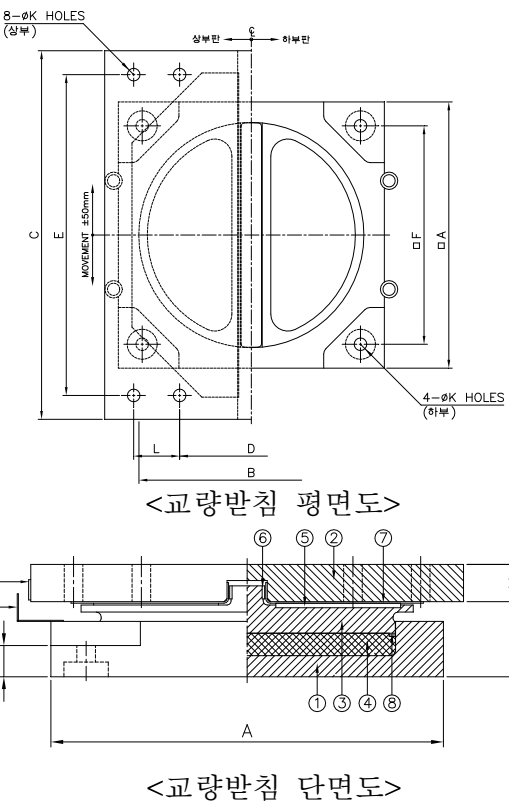
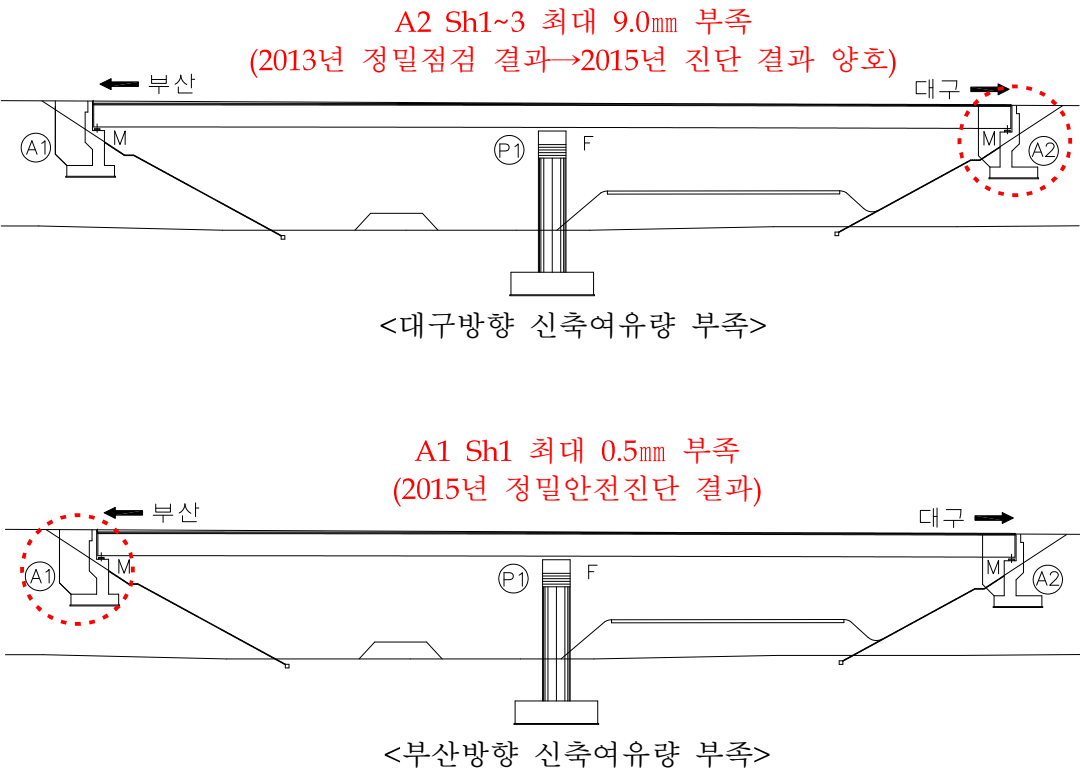
나. 중점유지관리항목

청도IC1교(대구, 부산) 중점유지관리사항

중점유지관리 사항

① 교량받침 점검

- A1 Sh1-부산
(2015년 진단 여유량 부족)
- A2 Sh1, Sh2, Sh3-대구
(2013년 정밀점검 여유량 부족)
 - 가동불량 → 고정단 응력 발생 →
무수축물탈 및 받침콘크리트 파손



교량받침(A2 Sh1-대구)-'15년 현재



교량받침(A2 Sh1-대구)-'13년 당시



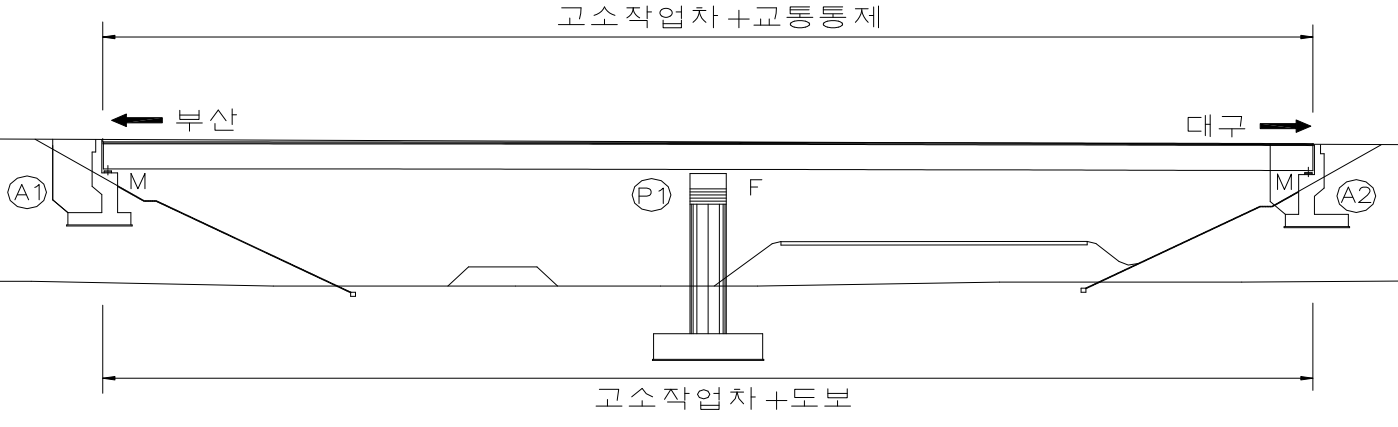
교량받침(A1 Sh1-부산)-2015년



주변현황 전경



장비투입현황



장비투입 계획

구 분	상 · 하부구조
	고소작업차
조사방법	대구, 부산 S1~2, P1
소요일수	1일
현 황	- 방음벽 없음

8. 종합결론

청도IC1교는 대구부산고속도로 부산기점 64.3k지점에 위치하며 리도 201호선 및 청도IC를 횡단하고 있는 2경간 연속으로 시공된 Steel Box Girder 교량이다. 본 과업은 청도IC1교의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조 안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.1 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 전체적으로 손상이 없었으며, 백태 및 누수흔적도 없는 상태로 확인되어 방수층의 기능성은 양호한 상태로 판단된다.
- 거더 외부에 발생한 도장손상은 경미한 상태이나, 방치할 경우 외기 등에 의해 부식으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보 차원에서 도장보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 하부구조에 발생한 균열은 패턴 및 양상, 발생위치 등을 고려할 때, 외력에 의해 발생한 손상이 아닌 콘크리트 양생시 수화열 및 시공초기 건조수축, 교량받침의 지압 등이 복합적으로 작용하여 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 기 발생한 손상들은 진전이 없었으며, 보수가 시행된 부위는 재손상이 없는 상태로 확인되어 균열의 진행성은 수렴된 상태로 판단되므로, 균열보수를 실시하여도 재손상이 발생하지 않을 것으로 판단된다.
- 교량받침 및 신축이음장치는 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능성에 영향을 미치지 않는 상태로 확인되었다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 주행차량에 미치는 영향은 미미하나 일부 포트홀 및 포장균열은 내구성 및 사용성 확보 차원에서 보수조치가 요구된다.
- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태였으며, 배수시설의 기능상태는 문제가 없는 것으로 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열 및 백태는 미관성을 저하시키고 운전자에게 심적 부담감을 줄 수 있으므로 적정시기에 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 강재 내구성조사 결과, 주부재인 강박스 거더의 맞대기 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과는 1급(양호)으로 확인되어 양호한 상태로 평가되었다.

- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.155)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판 및 거더의 최소 안전율은 1.227, 하부구조의 최소 안전율은 3.628로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중인 DB(DL)-24를 상회하여 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도IC1교(대구)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사 및 내구성조사를 이용한 상태평가 결과와 구조안전성검토를 이용한 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정한 결과, 『B등급(양호)』로 평가되었다. 청도IC1교(대구)는 전반적으로 양호한 상태였으나, 교면포장에 발생한 포트홀은 주행성 확보 및 손상 규모의 진전 방지 차원에서 우선 보수가 요구되며, 그 밖의 손상들은 유지관리 계획에 의하여 보수조치 및 유지관리를 실시한다면, 1등급(DB-24, DL-24)로서의 기능을 유지하고, 공공의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

8.2 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 바닥판하면은 전체적으로 손상이 없었으며, 백태 및 누수흔적도 없는 상태로 확인되어 방수층의 기능성은 양호한 상태로 판단된다.
- 거더 외부에 발생한 도장손상은 경미한 상태이나, 방치할 경우 외기 등에 의해 부식으로 진전될 수 있으므로 내구성 확보 차원에서 도장보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 하부구조에 발생한 균열은 패턴 및 양상, 발생위치 등을 고려할 때, 외력에 의해 발생한 손상이 아닌 콘크리트 양생시 수화열 및 시공초기 건조수축, 교량받침의 지압 등이 복합적으로 작용하여 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 기 발생한 손상들은 진전이 없었으며, 보수가 시행된 부위는 재손상이 없는 상태로 확인되어 균열의 진행성은 수렴된 상태로 판단되므로, 균열보수를 실시하여도 재손상이 발생하지 않을 것으로 판단된다.
- 교량받침 및 신축이음장치는 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능성에 영향을 미치지 않는 상태로 확인되었다. 그러나, 부산방향 A1 Sh1은 신장여유량이 0.5mm 부족한 것으로 검토되어 향후 점검시 주의관찰이 요구된다.
- 교면포장에 발생한 포장손상은 주행차량에 미치는 영향은 미미하나 일부 신축이음부 주변의 포장패임은 내구성 및 사용성 확보 차원에서 보수조치가 요구된다.
- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태였으며, 배수시설의 기능상태는 문제가 없는 것으로 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열 및 백태는 미관성을 저하시키고 운전자에게 심적 부담감을 줄 수 있으므로 적정시기에 보수조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 내구성조사결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 강재 내구성조사 결과, 주부재인 강박스 거더의 맞대기 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과는 1급(양호)으로 확인되어 양호한 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 손상이 일부 추가 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.154)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판 및 거더의 최소 안전율은 1.280, 하부구조의 최소 안전율은 2.972로 평가되었으며, 기본내하력은 설계활하중인 DB(DL)-24를 상회하여 구조적 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도IC1교(부산)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사 및 내구성조사를 이용한 상태평가 결과와 구조안전성검토를 이용한 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정한 결과, 『B등급(양호)』로 평가되었다. 청도IC1교(부산)는 전반적으로 양호한 상태였으나, 교면포장에 발생한 신축이음부 주변 패임은 주행성 확보 및 손상 규모의 진전 방지 차원에서 우선보수가 요구되며, 그 밖의 손상들은 유지관리 계획에 의하여 보수조치 및 유지관리를 실시한다면, 1등급(DB-24, DL-24)로서의 기능을 유지하고, 공공의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎정밀안전진단 결과 요약문

제 1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업수행기간	3
1.2.3 과업의 내용	4
1.3 과업수행 절차 및 일정	5
1.3.1 과업수행 절차	5
1.3.2 과업수행 일정	6
1.4 대상교량의 현황	7
1.4.1 현황	7
1.4.2 교량 주요도면	9
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	13
1.6 교량기호의 정의	14
 제 2장 자료수집 및 분석	19
2.1 자료수집 현황	19
2.1.1 자료수집 현황	19
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	20
2.2.1 설계기준 검토	20
2.2.2 실시설계 보고서 검토	23
2.2.3 구조 및 수리계산서 검토	29
2.2.4 설계도면 검토	31
2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토	31
2.2.6 시공관련 자료검토	31

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약	32
2.3.1 정기 및 정밀점검 이력	32
2.3.2 기존 정밀점검 실시결과(2013년 12월)	34
2.4 보수·보강 이력	40
2.5 내진설계 및 보강 여부	40
2.5.1 내진설계	40
2.5.2 내진보강 여부	41
2.6 자료분석 결과요약	41

제 3장 현장조사 및 시험 45

3.1 개 요	45
3.2 외관조사 결과(대구)	47
3.2.1 상부구조	47
3.2.2 하부구조	51
3.2.3 교량받침	55
3.2.4 신축이음장치	59
3.2.5 교면포장	63
3.2.6 기타부재	65
3.3 외관조사 결과(부산)	69
3.3.1 상부구조	69
3.3.2 하부구조	73
3.3.3 교량받침	77
3.3.4 신축이음장치	82
3.3.5 교면포장	86
3.3.6 기타부재	89
3.4 콘크리트 내구성조사	92
3.4.1 개 요	92
3.4.2 시험내용 및 평가기준	95
3.4.3 시험결과 및 분석	107
3.5 강재 내구성조사	117
3.5.1 개 요	117

3.5.2 시험내용 및 평가기준	120
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	122
3.5.4 시험결과 및 분석	123
3.6 현장조사 및 시험 결과요약	124
3.6.1 외관조사 결과요약	124
3.6.2 내구성조사 결과요약	128

제 4장 시설물의 상태평가 135

4.1 개요	135
4.2 상태평가 항목 및 기준	135
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	135
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	136
4.2.3 상태평가 결과 결정	137
4.3 상태평가 결과	138
4.3.1 대구방향	138
4.3.2 부산방향	145

제 5장 시설물의 안전성 평가 155

5.1 개요	155
5.1.1 안전성검토	155
5.1.2 내하력평가	158
5.2 상부구조 안전성평가	159
5.2.1 대구방향(2@50.0, S1~S2)	159
5.2.2 부산방향(2@50.0, S1~S2)	210
5.3 기본내하력 검토	256
5.3.1 개 요	256
5.3.2 허용응력법	256
5.3.3 강도설계법	257
5.3.4 기본내하력 평가	258
5.3.5 안전성 평가등급	260
5.4 하부구조 안전성평가	262

5.4.1 대구방향 교각(P2) 구조검토	262
5.4.2 부산방향 교각(P1) 구조검토	274
5.5 안전성평가 결과요약	286
5.5.1 안전성 평가결과	286
5.5.2 기본내하력 평가결과	290
5.5.3 안전성평가 종합결론	292
제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정	295
6.1 종합평가	295
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	295
6.1.2 종합평가 결과	296
6.2 안전등급	297
6.2.1 안전등급기준	297
6.2.2 안전등급 지정	297
제 7장 보수·보강 및 유지관리방안	301
7.1 개요	301
7.2 보수·보강 방안	302
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	302
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	305
7.3 보수·보강 개략공사비	315
7.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비	315
7.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비	316
7.4 유지관리 방안	317
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	317
7.4.2 유지관리시 점검요령	318
7.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향	331
제 8장 종합결론	335
8.1 개 요	335
8.2 대구방향	335
8.3 부산방향	337

◎ 부 록

1. 과업지시서
2. 구조해석 및 안전성평가 자료
3. 측정, 시험, 계측 성과표
4. 상태평가 결과자료
5. 현장조사 및 외관조사 사진첩
6. 시설물관리대장 사본
7. 사용장비 및 기기의 사진
8. 사전조사 자료 일체

◎ 부 록(별책)

1. 외관조사망도

표 목 차

【표 1.2.1】 과업의 내용	4
【표 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 일정	6
【표 1.4.1】 청도IC1교(대구) 현황표	7
【표 1.4.2】 청도IC1교(부산) 현황표	8
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	13
【표 1.6.1】 교량기호의 정의	14
【표 2.1.1】 자료수집 현황	19
【표 2.2.1】 설계기준 및 사용재료	29
【표 2.2.2】 상부구조 설계조건	30
【표 2.2.3】 하부구조 설계조건	30
【표 2.3.1】 청도IC1교 정기 및 정밀점검 이력	32
【표 2.3.1】 청도IC1교 정기 및 정밀점검 이력(계속)	33
【표 2.4.1】 청도IC1교 보수·보강 이력	40
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	41
【표 3.1.1】 부재별 조사항목	46
【표 3.2.1】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(대구)	49
【표 3.2.2】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	49
【표 3.2.3】 교대 외관조사 결과(대구)	51
【표 3.2.4】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	52
【표 3.2.5】 교각 외관조사 결과(대구)	53
【표 3.2.6】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	54
【표 3.2.7】 연단거리 측정 결과(대구)	57
【표 3.2.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(대구)	57
【표 3.2.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(대구)	58
【표 3.2.10】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)	59
【표 3.2.11】 신축이음 유간 측정결과(대구)	61
【표 3.2.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)	61
【표 3.2.13】 신축이음 신축이동량 산정(대구)	61
【표 3.2.14】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)	62
【표 3.2.15】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	62
【표 3.2.16】 교면포장 외관조사 결과(대구)	63

【표 3.217】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	64
【표 3.218】 배수시설 외관조사 결과(대구)	65
【표 3.219】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	66
【표 3.220】 난간 및 연석 외관조사 결과(대구)	67
【표 3.221】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	68
【표 3.3.1】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(부산)	71
【표 3.3.2】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	71
【표 3.3.3】 교대 외관조사 결과(부산)	73
【표 3.3.4】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	74
【표 3.3.5】 교각 외관조사 결과(부산)	75
【표 3.3.6】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	76
【표 3.3.7】 교량받침 외관조사 결과(부산)	78
【표 3.3.8】 연단거리 측정 결과(부산)	80
【표 3.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(부산)	80
【표 3.3.10】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(부산)	81
【표 3.3.11】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)	81
【표 3.3.12】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)	82
【표 3.3.13】 신축이음 유간 측정결과(부산)	84
【표 3.3.14】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)	84
【표 3.3.15】 신축이음 신축이동량 산정(부산)	84
【표 3.3.16】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)	85
【표 3.3.17】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	85
【표 3.3.18】 교면포장 외관조사 결과(부산)	86
【표 3.3.19】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	87
【표 3.3.20】 난간 및 연석 외관조사 결과(부산)	90
【표 3.3.21】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	91
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)	92
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)	93
【표 3.4.3】 보정반발경도	96
【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	96
【표 3.4.5】 재령계수 α 값	97
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	99
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	103
【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	104
【표 3.4.8】 탄산화 상태평가 기준	105
【표 3.4.9】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	106

【표 3.4.10】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	106
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	107
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(대구)	108
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(대구)	109
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 점검 결과와의 비교(대구)	109
【표 3.4.15】 철근탐사 시험결과(대구)	109
【표 3.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)	110
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 기 점검 결과와의 비교(대구)	110
【표 3.4.18】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(대구)	111
【표 3.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	112
【표 3.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(부산)	113
【표 3.4.13】 비파괴강도 시험결과 분석(부산)	114
【표 3.4.14】 비파괴강도 기 점검 결과와의 비교(부산)	114
【표 3.4.15】 철근탐사 시험결과(부산)	114
【표 3.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)	115
【표 3.4.17】 탄산화 깊이 기 점검 결과와의 비교(부산)	115
【표 3.4.18】 염화물 함유량 시험결과 및 평가(부산)	116
【표 3.5.1】 강재 비파괴시험 현황	117
【표 3.5.2】 결함의 등급 분류	121
【표 3.5.3】 용접부 결함의 합·부 판정기준	121
【표 3.5.4】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	122
【표 3.5.5】 초음파탐상(UT) 시험결과(대구)	123
【표 3.5.6】 초음파탐상(UT) 시험결과(부산)	123
【표 3.6.1】 외관조사 결과요약(대구)	124
【표 3.6.2】 금회 진단 외관조사 결과요약(부산)	126
【표 3.6.3】 금회진단 내구성조사 결과요약(대구)	128
【표 3.6.4】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(대구)	129
【표 3.6.5】 금회진단 내구성조사 결과요약(부산)	130
【표 3.6.6】 내구성조사 기 점검(2013년)결과 비교(부산)	131
【표 4.2.1】 부재별 상태평가 적용 범위	135
【표 4.2.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	136
【표 4.2.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	137
【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)	138
【표 4.3.2】 거더 상태평가 결과(대구)	138
【표 4.3.3】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(대구)	139
【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)	139

【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)	139
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)	140
【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)	140
【표 4.3.8】 신축이음 상태평가 결과(대구)	140
【표 4.3.9】 교면포장 상태평가 결과(대구)	141
【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)	141
【표 4.3.11】 난간 및 연석 상태평가 결과(대구)	141
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)	142
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)	142
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)	143
【표 4.3.15】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)	144
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(부산)	145
【표 4.3.17】 거더 상태평가 결과(부산)	145
【표 4.3.18】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(부산)	146
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)	146
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)	146
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)	147
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)	147
【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(부산)	147
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)	148
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)	148
【표 4.3.26】 난간 및 연석 상태평가 결과(부산)	148
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)	149
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)	149
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)	150
【표 4.3.30】 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)	151
【표 5.1.1】 하부구조 검토단면 선정	155
【표 5.1.2】 설계 당시와 금차 정밀안전진단시 구조검토 조건비교	156
【표 5.1.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건	157
【표 5.2.1】 바닥판의 단면검토 결과(대구)	172
【표 5.2.2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(대구)	172
【표 5.2.3】 등가경간장 및 적용식(대구)	176
【표 5.2.4】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	177
【표 5.2.5】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	178
【표 5.2.6】 G3 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(대구)	178
【표 5.2.7】 G1, G3 단면 제정수 산정(실제폭 적용)(대구 S1 ~ S3)	180

【표 5.2.8】 G2 단면 제정수 산정(실제폭 적용)(대구 S1~S3)	181
【표 5.2.9】 영향계수 값 산출 결과(대구)	183
【표 5.2.10】 1경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	184
【표 5.2.11】 2경간 정모멘트부 단면력 산정결과(대구)	184
【표 5.2.12】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(대구)	185
【표 5.2.13】 G1 1경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	186
【표 5.2.14】 G1 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	187
【표 5.2.15】 G1 2경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	187
【표 5.2.16】 G1 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	188
【표 5.2.17】 G2 1경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	189
【표 5.2.18】 G2 1경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	190
【표 5.2.19】 G2 2경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	190
【표 5.2.20】 G2 1경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	191
【표 5.2.21】 G3 1경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	191
【표 5.2.22】 G3 1경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	192
【표 5.2.23】 G3 2경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	193
【표 5.2.24】 G3 2경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	194
【표 5.2.25】 G1 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	194
【표 5.2.26】 G1 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	195
【표 5.2.27】 G2 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	195
【표 5.2.28】 G2 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	196
【표 5.2.29】 G3 부모멘트부 휨응력 검토결과(대구)	197
【표 5.2.30】 G3 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(대구)	198
【표 5.2.31】 반력 집계결과(대구)	199
【표 5.2.32】 바닥판의 단면검토 결과(부산)	223
【표 5.2.33】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(부산)	223
【표 5.2.34】 등가경간장 및 적용식(부산)	227
【표 5.2.35】 G1 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	228
【표 5.2.36】 G2 강거더 플랜지 및 바닥판 슬래브 실제폭 및 유효폭(부산)	229
【표 5.2.37】 G1 단면 제정수 산정(실제폭 적용)(부산 S1~S3)	231
【표 5.2.38】 G2 단면 제정수 산정(실제폭 적용)(부산 S1~S3)	232
【표 5.2.39】 영향계수 값 산출 결과(부산)	234
【표 5.2.40】 1경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	235
【표 5.2.41】 2경간 정모멘트부 단면력 산정결과(부산)	235
【표 5.2.42】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(부산)	236
【표 5.2.43】 G1 1경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	236

【표 5.2.44】 G1 1경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	237
【표 5.2.45】 G1 2경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	238
【표 5.2.46】 G1 2경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	239
【표 5.2.47】 G2 1경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	239
【표 5.2.48】 G2 1경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	240
【표 5.2.49】 G2 2경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	240
【표 5.2.50】 G2 2경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	241
【표 5.2.51】 G1 부모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	242
【표 5.2.52】 G1 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	243
【표 5.2.53】 G2 부모멘트부 휨응력 검토결과(부산)	243
【표 5.2.54】 G2 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(부산)	244
【표 5.2.55】 반력 집계결과(부산)	245
【표 5.4.1】 부재력 산정결과(교축 및 교축직각방향)	269
【표 5.4.2】 부재력 산정결과(합성부재력)	269
【표 5.4.3】 교축직각방향 - 기둥 단면검토 결과(P1)	270
【표 5.4.4】 교축방향 - 기둥 단면검토 결과(P1)	270
【표 5.4.5】 합성부재력 - 기둥 단면검토 결과(P1)	270
【표 5.4.6】 부재력 산정결과(교축 및 교축직각방향)	281
【표 5.4.7】 부재력 산정결과(합성부재력)	281
【표 5.4.8】 교축직각방향 - 기둥 단면검토 결과(P1)	282
【표 5.4.9】 교축방향 - 기둥 단면검토 결과(P1)	282
【표 5.4.10】 합성부재력 - 기둥 단면검토 결과(P1)	282
【표 5.5.1】 상부구조 안전성 평가결과	286
【표 5.5.2】 하부구조 안전성 평가결과	287
【표 5.5.3】 상부구조 안전성 평가결과	288
【표 5.5.4】 하부구조 안전성 평가결과	289
【표 5.5.5】 바닥판 기본내하력 산정	290
【표 5.5.6】 거더 기본내하력 산정	290
【표 5.5.7】 바닥판 기본내하력 산정	291
【표 5.5.8】 거더 기본내하력 산정	291
【표 6.1.1】 종합평가 결과	296
【표 6.2.1】 시설물의 안전등급	297
【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	301
【표 7.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	302
【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)	305
【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)	305

【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리	306
【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류	308
【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	308
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	308
【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격	309
【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안	310
【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	313
【표 7.2.11】 단면복구(보수) 공법비교안	314
【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)	315
【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)	316
【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항	317

그림 목 차

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.4.1】 청도IC1교 중·평면도	9
【그림 1.4.2】 청도IC1교 횡단면도	10
【그림 1.4.3】 청도IC1교 교대 일반도	11
【그림 1.4.4】 청도IC1교 교각 일반도	12
【그림 1.6.1】 교량기호의 정의	15
【그림 3.2.1】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)	49
【그림 3.2.2】 교대 기 점검 결과 비교(대구)	52
【그림 3.2.3】 교각 기 점검 결과 비교(대구)	54
【그림 3.2.4】 교량받침 배치도(대구)	55
【그림 3.2.5】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	56
【그림 3.2.6】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(대구)	62
【그림 3.2.7】 교면포장 기 점검 결과 비교(대구)	64
【그림 3.2.8】 배수시설 기 점검 결과 비교(대구)	66
【그림 3.2.9】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	68
【그림 3.3.1】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)	71
【그림 3.3.2】 교대 기 점검 결과 비교(부산)	74
【그림 3.3.3】 교각 기 점검 결과 비교(부산)	76
【그림 3.3.4】 교량받침 배치도(부산)	77
【그림 3.3.5】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	79
【그림 3.3.6】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)	81
【그림 3.3.7】 신축이음장치 기 점검 결과 비교(부산)	85
【그림 3.3.8】 교면포장 기 점검 결과 비교(부산)	88
【그림 3.3.9】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교(대구)	91
【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)	94
【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)	94
【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	95
【그림 3.4.4】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	97
【그림 3.4.5】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	98
【그림 3.4.6】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	99
【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리	100

【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	101
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	103
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	107
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(대구)	108
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)	110
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구)	111
【그림 3.4.11】 상부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	112
【그림 3.4.12】 하부구조 평균압축강도 추정결과(부산)	113
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(부산)	115
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(부산)	116
【그림 3.5.1】 강재 내구성조사 위치도(대구)	119
【그림 3.5.2】 강재 내구성조사 위치도(부산)	119
【그림 3.5.3】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	120
【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	137
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)	144
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)	151
【그림 5.2.1】 해석단면(대구)	173
【그림 5.2.2】 하중재하도(바닥판 자중)(대구)	174
【그림 5.2.3】 하중재하도(합성후 고정하중)(대구)	174
【그림 5.2.4】 플랜지의 유효폭(대구)	176
【그림 5.2.5】 바닥판의 유효폭(대구)	177
【그림 5.2.6】 해석모델링(대구)	179
【그림 5.2.7】 거더 단면위치(대구)	179
【그림 5.2.8】 휨모멘트도(대구)	182
【그림 5.2.9】 전단력도(대구)	182
【그림 5.2.9】 전단력도(대구,계속)	183
【그림 5.2.10】 압축부 플랜지 이음(대구)	200
【그림 5.2.11】 인장부 플랜지 이음(대구)	202
【그림 5.2.12】 Web 이음(대구)	203
【그림 5.2.13】 피로조사 단면위치(대구)	206
【그림 5.2.14】 해석단면(부산)	224
【그림 5.2.15】 하중재하도(바닥판 자중)(부산)	225
【그림 5.2.16】 하중재하도(합성후 고정하중)(부산)	225
【그림 5.2.17】 플랜지의 유효폭(부산)	227
【그림 5.2.18】 바닥판의 유효폭(부산)	228
【그림 5.2.19】 해석모델링(부산)	230

【그림 5.2.20】 거더 단면위치(부산)	230
【그림 5.2.21】 휨모멘트도(부산)	233
【그림 5.2.22】 전단력도(부산)	233
【그림 5.2.22】 전단력도(부산,계속)	234
【그림 5.2.23】 압축부 플랜지 이음(부산)	246
【그림 5.2.24】 인장부 플랜지 이음(부산)	248
【그림 5.2.25】 Web 이음(부산)	249
【그림 5.2.26】 피로조사 단면위치(부산)	252
【그림 5.4.1】 해석단면(P1)(대구)	263
【그림 5.4.2】 해석모델링(대구 P1)	265
【그림 5.4.3】 P-M 상관도(교축직각방향)	271
【그림 5.4.4】 P-M 상관도(교축방향)	272
【그림 5.4.5】 P-M 상관도(합성부재력)	273
【그림 5.4.6】 해석단면(P1)(부산)	275
【그림 5.4.7】 해석모델링(부산 P1)	277
【그림 5.4.8】 P-M 상관도(교축직각방향)	283
【그림 5.4.9】 P-M 상관도(교축방향)	284
【그림 5.4.10】 P-M 상관도(합성부재력)	285
【그림 6.1.1】 종합평가 결과 산정절차	295
【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)	303
【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)	304
【그림 7.2.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도	307
【그림 7.2.4】 균열 보수공법 개요도	309
【그림 7.2.5】 단면복구(보수) 상세도	312

사 진 목 차

【사진 3.1.1】 근접 육안조사	46
【사진 3.2.1】 바닥판 전경(대구)	47
【사진 3.2.2】 강박스 거더 전경(대구)	48
【사진 3.2.3】 강박스 거더 외부 손상현황(대구)	49
【사진 3.2.4】 가로보 전경(대구)	50
【사진 3.2.5】 교대 전경(대구)	51
【사진 3.2.6】 교대손상현황(대구)	52
【사진 3.2.7】 교각 전경(대구)	53
【사진 3.2.8】 교각 손상현황(대구)	54
【사진 3.2.9】 교량받침 전경(대구)	55
【사진 3.2.10】 연단거리 측정 전경(대구)	56
【사진 3.2.11】 신축이음장치 전경(대구)	59
【사진 3.2.12】 신축이음장치 손상현황(대구)	60
【사진 3.2.13】 신축이음 유간 측정방법(대구)	60
【사진 3.2.14】 교면포장 전경(대구)	63
【사진 3.2.15】 교면포장 손상현황(대구)	64
【사진 3.2.16】 배수구 및 배수관 전경(대구)	65
【사진 3.2.17】 배수시설 손상현황(대구)	66
【사진 3.2.18】 난간 및 연석 전경(대구)	67
【사진 3.2.19】 난간 및 연석 손상현황(대구)	68
【사진 3.3.1】 바닥판 전경(부산)	69
【사진 3.3.2】 강박스 거더 전경(부산)	70
【사진 3.3.3】 가로보 및 세로보 전경(부산)	72
【사진 3.3.4】 교대 전경(부산)	73
【사진 3.3.5】 교대 손상현황(부산)	74
【사진 3.3.6】 교각 전경(부산)	75
【사진 3.3.7】 교각 손상현황(부산)	76
【사진 3.3.8】 교량받침 전경(부산)	77
【사진 3.3.9】 교량받침 손상현황(부산)	78
【사진 3.3.10】 연단거리 측정 전경(부산)	79
【사진 3.3.11】 신축이음장치 전경(부산)	82

【사진 3.3.12】 신축이음장치 손상현황(부산)	83
【사진 3.3.13】 신축이음 유간 측정방법(부산)	83
【사진 3.3.14】 교면포장 전경(부산)	86
【사진 3.3.15】 교면포장 손상현황(부산)	87
【사진 3.3.16】 배수구 및 배수관 전경(부산)	89
【사진 3.3.18】 난간 및 연석 전경(부산)	90
【사진 3.3.19】 난간 및 연석 손상현황(부산)	91
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경	93
【사진 3.5.1】 강재 내구성조사 전경	118